

**JP8184789**

Publication Title:

**POLARIZATION NONDEPENDENT WAVELENGTH FILTER**

Abstract:

Abstract of JP8184789

**PURPOSE:** To provide the polarization nondependent wavelength filter which is high in efficiency, low in driving power, high in response speed and high in wavelength resolution, and can stably select specific wavelength from input light having an arbitrary polarization state. **CONSTITUTION:** The wavelength filter consists of a polarized wave separation area and a wavelength selection area consisting of two nearby active waveguides 11 and 12. In the polarized light separation area, an identical-directional grating 13 is formed and one of a TE mode and a TM mode as orthogonal polarization modes is coupled in the same direction between the two active waveguides 11 and 12. In the wavelength selection area, a DFB or DBR of grating 14 is formed and the TE Mode of one active waveguide 12 and the TM mode of the other active waveguide 11 are selected and transmitted with equal wavelength, so that wavelength selection can be performed irrelevantly to the polarization state of transmitted light.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

-----  
Courtesy of <http://v3.espacenet.com>

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-184789

(43) 公開日 平成8年(1996)7月16日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup> 識別記号 庁内整理番号 F I 技術表示箇所  
G 0 2 F 1/025  
G 0 2 B 5/20  
H 0 4 B 10/28  
10/02

H 0 4 B 9/ 00 W  
審査請求 未請求 請求項の数4 F D (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平7-15544

(22) 出願日 平成7年(1995)1月4日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 坂田 肇

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

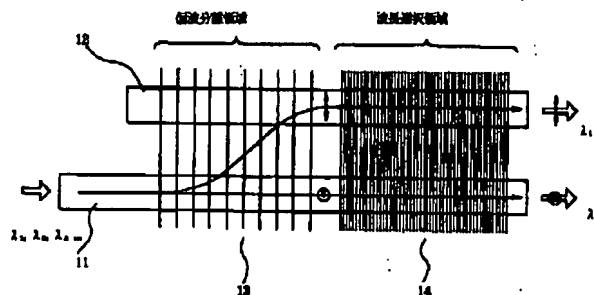
(74) 代理人 弁理士 加藤 一男

(54) 【発明の名称】 偏波無依存波長フィルタ

(57) 【要約】

【目的】 任意の偏波状態を有する入力光から、特定の波長を安定に選択できる偏波無依存波長フィルタを、高効率、低パワー駆動、高速応答速度、且つ高波長分解能で提供することである。

【構成】 近接した2つの活性導波路11、12からなる偏波分離領域及び波長選択領域から構成される波長フィルタである。偏波分離領域には同方向結合グレーティング13が形成されていて、直交する偏波モードであるTEモードとTMモードのいずれか一方が2つの活性導波路11、12間で同方向に結合を生じる。波長選択領域にはDFBまたはDBRグレーティング14が形成されていて、一方の活性導波路12におけるTEモードと、他方の活性導波路11におけるTMモードとが等しい波長で選択透過されることにより、伝送光の偏波状態に関わりなく波長選択を行なえる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 近接した2つの活性導波路からなる偏波分離領域及び波長選択領域から構成される波長フィルタであって、該偏波分離領域には同方向結合グレーティングが形成されていて、直交する偏波モードであるTEモードとTMモードのいずれか一方が該2つの活性導波路間で同方向に結合を生じ、且つ、該波長選択領域にはDFBまたはDBRグレーティングが形成されていて、一方の活性導波路におけるTEモードと他方の活性導波路におけるTMモードとが等しい波長で選択透過されることを特徴とする偏波無依存波長フィルタ。

【請求項2】 一方の活性導波路におけるTEモードと他方の活性導波路におけるTMモードとが等しい伝搬定数を有するように、該2つの活性導波路の厚さおよび／または幅が調整されていて、DFBまたはDBRグレーティングが2つの活性導波路で共通であることを特徴とする請求項1記載の偏波無依存波長フィルタ。

【請求項3】 偏波合成領域が、該波長選択領域を挟んで該偏波分離領域と反対側に構成され、該偏波合成領域は該偏波分離領域と同様の構造からなることを特徴とする請求項1または2記載の偏波無依存波長フィルタ。

【請求項4】 偏波合成領域において、該2つの活性導波路間で移行する偏波モードが、該偏波分離領域で移行した偏波モードと異なることを特徴とする請求項3記載の偏波無依存波長フィルタ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光波長多重通信などにおいて使用される任意の波長を選択する波長フィルタであって、入力偏波状態が変動しても、安定した受信出力を得る様にできる偏波無依存型の波長フィルタに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、波長多重化された光信号の分波を行なう為のデバイスがいくつか提案されている。特に、グレーティングや方向性結合器などを基本とした導波型波長フィルタは、バルク型波長フィルタに比べて、小型化に適している。そして、他の機能デバイス、例えば、光検出器等との集積化も容易であり、設計の自由度も高い。さらには、その中心選択波長の制御が容易であり、波長可変の特徴を生かした応用にも適用できる。反面、導波型波長フィルタでは、透過波長が入力光の偏波状態によって異なる問題がある。そこで、例えば、特開昭57-168220号明細書などで提示される波長フィルタのように、入力光を各偏波成分に分離する偏波分離領域と各偏波成分について波長を選択する波長選択領域と波長選択された各偏波成分を合成する偏波合成領域を集積化した構造で偏波の問題を解決していた。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前記従

来例に示すような波長フィルタでは、波長選択の手段として、LiNbO<sub>3</sub>等の光学結晶によるTE-TMモード変換を利用しているため、波長分解能が1nm程度と比較的広く、例えば波長可変なDFBレーザ等を利用するような高密度波長多重システムへの適応は困難であった。さらには、TE-TMモード変換を音響光学効果で実行するものでは応答速度が遅く、電気光学効果によるものでは高い駆動電圧が要求されるなどの難点があった。さらには、光学結晶には光に対する利得がない為、波長フィルタ自身の挿入損失は避けられなかった。

【0004】 従って、本発明の第1の目的は、任意の偏波状態を有する入力光から、特定の波長を安定に選択できる偏波無依存波長フィルタを、高効率、低パワー駆動、高速応答速度、且つ高波長分解能で提供することにある。本出願に係る第2の発明の目的は、上記第1の目的に加えて、本発明による波長フィルタの作製工程を大幅に簡略化することにある。本出願に係る第3の発明の目的は、上記第1の目的に加えて、本発明による波長フィルタの出力光と後続デバイス、例えば光検出器との結合効率を向上させることにある。本出願に係る第4の発明の目的は、上記第1の目的に加えて、本発明による波長フィルタの偏波無依存性を更に高めることにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 上記第1の目的を達成する為、本発明は、近接した2つの活性導波路からなる偏波分離領域及び波長選択領域から構成される波長フィルタであって、該偏波分離領域には同方向結合グレーティングが形成されていて、直交する偏波モードであるTEモードとTMモードのいずれか一方が該2つの活性導波路間で同方向に結合を生じ、且つ、該波長選択領域にはDFBまたはDBRグレーティングが形成されていて、一方の活性導波路におけるTEモードと、他方の活性導波路におけるTMモードとが等しい波長で選択透過されることにより、伝送光の偏波状態に関わりなく波長選択を行なうことができる特徴を有する。

【0006】 上記第2の目的を達成する為、本発明は、上記の偏波無依存波長フィルタにおいて、一方の活性導波路におけるTEモードと他方の活性導波路におけるTMモードとが等しい伝搬定数を有するように、該2つの活性導波路の厚さおよび／または幅が調整されていて、DFBまたはDBRグレーティングが2つの活性導波路で共通であることを特徴とする。

【0007】 上記第3の目的を達成する為、本発明は、上記の偏波無依存波長フィルタにおいて、偏波合成領域が、該波長選択領域を挟んで該偏波分離領域と反対側に構成され、該偏波合成領域は該偏波分離領域と同様の構造からなることを特徴とする。

【0008】 上記第4の目的を達成する為、本発明は、上記の偏波無依存波長フィルタにおいて、偏波合成領域において、該2つの活性導波路間で移行する偏波モード

が、該偏波分離領域で移行した偏波モードと異なることを特徴とする。

【0009】

【実施例1】図1は実施例1を表わす平面図であり、本実施例による偏波無依存波長フィルタは、全体に亘って近接した2つの活性導波路11、12（後述する様に活性層を含む導波路）から構成される。内部の構成は、伝送光の入力側から順に、偏波分離領域、波長選択領域という構成となっている。伝送光は2つの活性導波路11、12のいずれか一方から入力される。本実施例では活性導波路11から入力される。2つの活性導波路11、12は厚さ及び／もしくは幅が互いに異なっているため（後に詳述）、非対称性が強く横モード間の結合（例えば、いずれかの偏波モードでの0次と1次間の結合）はこのままでは生じない。しかし、偏波分離領域には、比較的荒い周期のグレーティング13が形成されていて、導波路内の偏波モードであるTEモードとTMモードのいずれか一方の偏波モードのみが、伝送光波長において同方向に導波路11、12間を移行する。移行しない偏波モードの光は、伝送光波長からかなり離れた波長で結合する可能性を持っているが、伝送光波長からこの波長までの間隔は数10nmもあるため、伝送光波長帯域においては、その結合移行は無視できる。その結果、偏波分離機能を果たせることになる。無論、この導波路構成においては偏波成分は保存されるため、直交する偏波モード（TEモードとTMモード）間での結合は生じない。

【0010】波長選択領域においては、2つの活性導波路11、12の厚さ及び／もしくは幅が互いに調整され（偏波分離領域でのものと同じでも異なってもよいが、同じならば作製が簡単になる。同じ場合、偏波分離領域のグレーティングのピッチ等を所望の機能が果たせる用に適当に設定すればよい。）、入力側活性導波路11のTMとTEモードの一方と移行側活性導波路12のTEとTMモードの他方が、等しい伝搬定数を有するようにしている（伝搬定数を等しくしてもTEモードとTMモード間での結合は生じない）。2つの活性導波路11、12には等しい周期の分布帰還型のグレーティング14が形成されていて、近接した活性導波路11、12を伝搬する各偏波モードの光が、両方ともグレーティング14で規定される所望の波長で分布帰還共振を起こし、強い増幅を受け波長選択領域から透過、出力される。出力された光を検出することにより、入力伝送光の偏波の片寄りや揺らぎに係らず、安定に所望の波長のみを取り出して受信が可能となる。このとき、透過波長帯域は分布帰還型グレーティングの構成にもよるが、一般に0.1nm以下である。

【0011】

【実施例2】図2は波長選択領域の出力側に偏波合成領域を設けた例である。偏波合成領域の構成は、偏波分離

領域と同様の構成であるが、ここでは、偏波分離領域で結合、移行した偏波モードと異なる偏波モードのみが伝送波長で同方向に結合するように、グレーティング15の周期が設定されている。この構成により偏波合波機能を果たせる。偏波分離領域においては、実施例1で説明したように、伝送波長帯域がTEモードの結合波長域31（図3の左部を参照）と一致するため、TEモードのみが導波路11、12間を移行する。波長選択領域においては、図3の中央部に示す様に2つの導波路11、12が夫々TEモードとTMモードで等しい波長 $\lambda_c$ を選択増幅する。偏波合成領域においては、図3の右部に示す様に伝送波長帯域がTMモードの結合波長域32と一致する為、TMモードのみが導波路11、12間を移行する。

【0012】ここで、偏波分離領域と偏波合成領域とで互いに異なる偏波モードが結合移行する様にしたのは、TEモードとTMモードの導波路間移行に伴う損失が、素子全体を通して等しくなるようにするためである。但し、波長選択領域での利得が、例えば、TEモードに対して大きければ、TEモードを2度移行させて、TMモードとのバランスを取る方法もある。実施例2によれば、素子からの出力は1つの活性導波路（ここでは導波路12）からとなり、検出器への光学的結合が容易で、且つ結合効率の向上が図れる。

【0013】図4及び図2を用いて、実施例2による波長フィルタの作製例を説明する。この作製例は実施例1にも適用できるものである。n-InP基板41上に、バッファ層であるn-InP層42、InGaAs/InGaAsP超格子からなる活性層43（厚さ0.1 $\mu$ m）、p-InGaAsP光ガイド層44（厚さ0.1 $\mu$ m）を成長後、移行側の導波路12となる領域の光ガイド層44を選択エッチングし、0.85 $\mu$ mの厚さとした。ついで、偏波分離領域には周期97 $\mu$ mのグレーティング13、偏波合成領域には周期89 $\mu$ mのグレーティング15をマスク露光／エッチングで形成し、波長選択領域には干渉露光／エッチングにより周期0.24 $\mu$ mの分布帰還グレーティング14を形成した。即ち、この様な構成で所望の動作ができる様に、活性導波路11、12の厚さ及び／もしくは幅が設定されている（幅は後述の工程で設定される）。引き続き、それらのグレーティング13、14、15上に、p-InPクラッド層45、p-InGaAsコンタクト層401を成長した。マスク露光／エッチングにより、幅を3 $\mu$ mのリッジ導波路46、47を2本作製した。続いて、SiN<sub>2</sub>からなるパシベーション膜48を成膜し、セルフアライン法で、リッジの背を露出させた。こうして出来た2つの活性導波路のうち、厚さの厚い方を入力側導波路11でTMモード用、厚さの薄い方を移行側導波路12でTEモード用として使用することで、等しい周期の分布帰還グレーティング14で2つのモードのブラッグ波長が

夫々の導波路11、12で等しくなるように設定される。

【0014】この様に、活性導波路のサイズ調整で伝搬定数を揃えているため、例えば、隣り合う導波路11、12間で分布帰還グレーティング14の周期を異ならせる必要がない。そのため、作製工程を大幅に簡略化させることができる。波長選択領域のp-InP層45上には、3つに分割したAu/Cr電極49が形成され、n-InP基板41側にはAu/AuGeNi電極50が形成される。

【0015】入力側導波路11から入力した光のうちTE成分は偏波分離領域で結合が起こり、近接した導波路12へ移行する。TM成分はそのまま入力した導波路11を伝搬し波長選択領域において波長 $\lambda_c$  ( $=1.55\mu\text{m}$ )で共振を起こし、電極を介して注入したキャリアにより増幅を受ける。TE成分は移行した導波路12を伝搬し、波長選択領域において同じ波長 $\lambda_c$ で共振を起こし、注入したキャリアにより増幅を受ける。増幅波長 $\lambda_c$ および増幅度は、波長選択領域の3電極への電流注入量で制御される。夫々の活性導波路11、12で波長選択増幅された光のうちTM成分は偏波合成領域において結合が起こり、近接した導波路12へ移行する。その結果、移行側導波路12において直交偏波成分の合成が行なわれる。偏波分離及び合成領域においては、活性導波路を伝搬するため減衰を受ける。それを防止する為には、偏波分離/合成領域においても電極を設けて電流を注入してもよい。また、波長選択領域への注入電流による波長可変範囲は3-4nm程度である。駆動に要する電圧は1V程度と低く、応答速度はnsec程度と高速である。

#### 【0016】

【実施例3】実施例3において、図5に示す様に、全領域で導波路コアのエッチングを基板41まで行ない、基板側からp-InP51、アンドープInP52、n-InP53を成長し、SiO<sub>2</sub>パシベーション膜54を成膜することで、導波路コア以外の部分を埋め込んだ。こうして図5のようなBH構造の導波路11、12を構成した。図4のようなリッジ構造と比較して、結晶成長回数が増加するが、キャリアの注入効率が向上し、SiN<sub>x</sub>と活性層/光ガイド層の界面が存在しない為、伝搬損失が低く効率が向上するといった特徴を持つ。動作等については前記実施例と同じである。

#### 【0017】

【実施例4】図6及び図2を用いて、本発明による他の偏波無依存波長フィルタの作製例を説明する。この作製例も実施例1に適用できるものである。n-GaAs基板61上に、バッファ層であるn-GaAs層62、n-AlGaAsクラッド層63、GaAs/AlGaAs超格子からなる活性層64、p-AlGaAs光ガイド層65を成長後、実施例2と同様に片方の導波路の光

ガイド層65を薄くして、偏波分離領域には周期 $50\mu\text{m}$ のグレーティング13、偏波合成領域には周期 $45\mu\text{m}$ のグレーティング15をマスク露光/エッチングで形成し、成長選択領域には干渉露光/エッチングにより周期 $0.24\mu\text{m}$ の分布帰還グレーティング14を形成した。引き続き、光ガイド層65上に、p-AlGaAsクラッド層66、p-GaAsコンタクト層67を成長した。マスク露光/エッチングにより、厚さと幅を互いに異ならせたリッジ導波路コア11、12を作製した。

10 続いて、SiN<sub>x</sub>70を成膜し、導波路コア以外の部分を埋め込んだ。こうして出来た2つの活性導波路を、厚さが厚く幅の広い方11をTMモード用、厚さが薄く幅の狭い方12をTEモード用として使用することで、等しい周期の分布帰還グレーティング14で2つのモードのブラッグ波長が夫々の導波路11、12で等しくなる様に設定される。

【0018】波長選択領域のp-GaAsコンタクト層67上には、3つに分割したAu/AuGe電極71が形成され、n-GaAs基板側にはAu/Cr電極72が形成される。入力側導波路11から入力した光のうちTE成分は偏波分離領域で結合が起こり、近接した導波路12へ移行する。TM成分はそのまま入力した導波路11を伝搬し、波長選択領域において波長 $\lambda_c$  ( $=0.83\mu\text{m}$ )で共振を起こし、注入したキャリアにより増幅を受ける。TE成分は移行した導波路12を伝搬し、波長選択領域において同じ波長 $\lambda_c$ で共振を起こし、注入したキャリアにより増幅を受ける。増幅波長 $\lambda_c$ および増幅度は、3電極71への電流注入量で制御される。偏波合成領域で合成された偏波成分は出力側導波路12から出力される。その結果、入力偏波の状態に関わりなく任意の波長を選択できる波長フィルタを構成できる。偏波分離および合成領域においては、活性導波路11、12を伝搬するため減衰を受ける。それを防止する為には、実施例3と同様、偏波分離/合成領域においても電流を注入してもよい。

【0019】尚、上記実施例において、波長選択領域では分布帰還型(DFB)のグレーティングを形成していたが、グレーティングはDFBまたはDBRの何れで形成してもよい。

#### 【0020】

【発明の効果】以上説明した様に、本発明によれば、波長多重伝送などにおける、或る特定の波長チャンネルを選択する偏波無依存波長フィルタにおいて、偏波分離/合成の手段として、2つの活性導波路からなる方向性結合器の強い偏波依存性を活用し、且つ、該2つの活性導波路の伝搬定数を制御して、TEとTMの各モードを同一の波長でブラッグ共振させることにより、伝送光の偏波状態にかかわらず、安定に波長選択できる効果がある。本出願に係る第2の発明によれば、2つの活性導波路にわたってグレーティングを同一周期とできるため、

偏波無依存波長フィルタの作製工程を大幅に簡略化できる効果がある。また、本出願に係る第3の発明によれば、偏波合成領域の適用により出力導波路を一本化できるため、偏波無依存波長フィルタと後続のデバイス、例えば、光検出器との結合効率を向上させる効果がある。本出願に係る第4の発明によれば、偏波分離領域と偏波合成領域とで結合移行する偏波モードを異ならせることにより、波長フィルタの偏波無依存性をさらに向上させる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による偏波無依存波長フィルタの実施例1の構造及び動作原理を説明する図。

【図2】本発明による偏波無依存波長フィルタの実施例2の構造及び動作原理を説明する図。

【図3】本発明による偏波無依存波長フィルタの動作原理を説明する図。

【図4】本発明による偏波無依存波長フィルタの実施例2の断面構造を説明する図。

【図5】本発明による偏波無依存波長フィルタの実施例3の断面構造を説明する図。

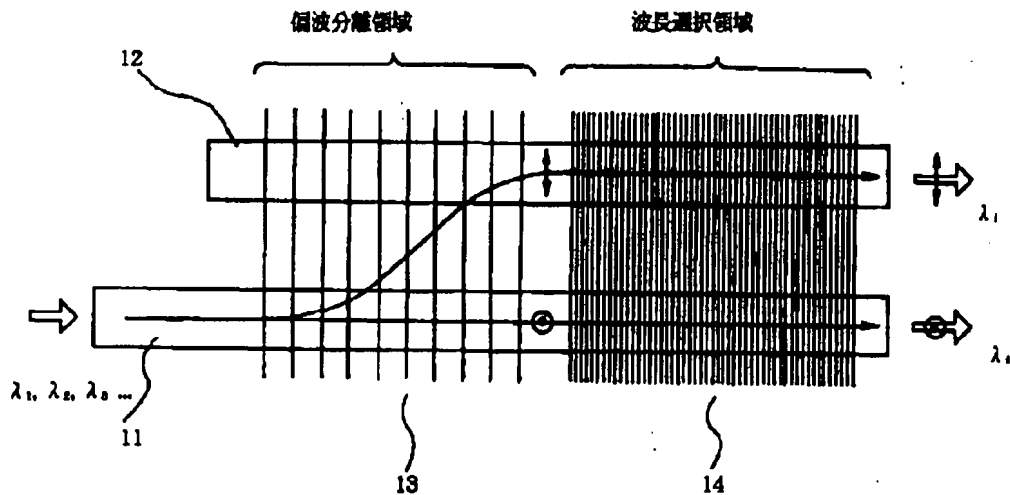
【図6】本発明による偏波無依存波長フィルタの実施例4の断面構造を説明する図。

【符号の説明】

- |                 |              |
|-----------------|--------------|
| 1 1             | 入力側活性導波路     |
| 1 2             | 移行側活性導波路     |
| 1 3             | 偏波分離用グレーティング |
| 1 4             | 波長選択用グレーティング |
| 1 5             | 偏波合成用グレーティング |
| 3 1             | TEモードの結合波長域  |
| 3 2             | TMモードの結合波長域  |
| 4 1、6 1         | 基板           |
| 4 2、6 2         | バッファ層        |
| 4 3、6 4         | 活性層          |
| 4 4、6 5         | 光ガイド層        |
| 4 5、6 3、6 6     | クラッド層        |
| 4 0 1、6 7       | コンタクト層       |
| 4 8、5 4、7 0     | パシベーション膜     |
| 4 9、5 0、7 1、7 2 | 電極           |
| 5 1、5 2、5 3     | 導波路埋め込み層     |

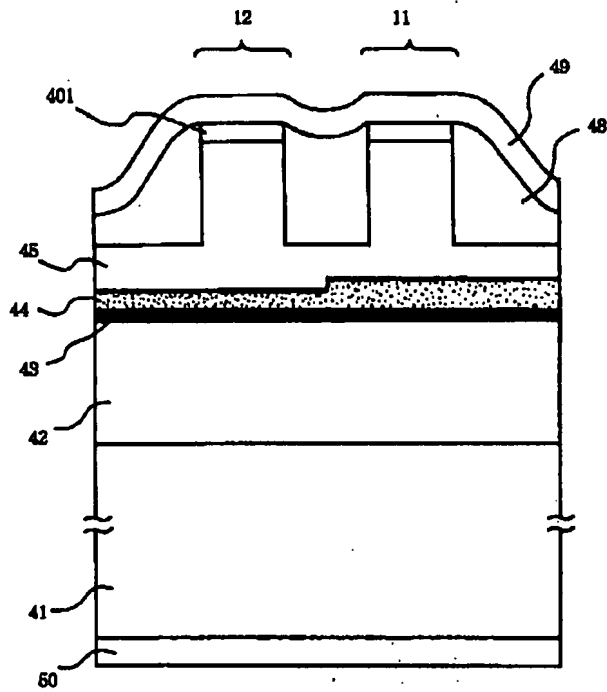
20

【図1】

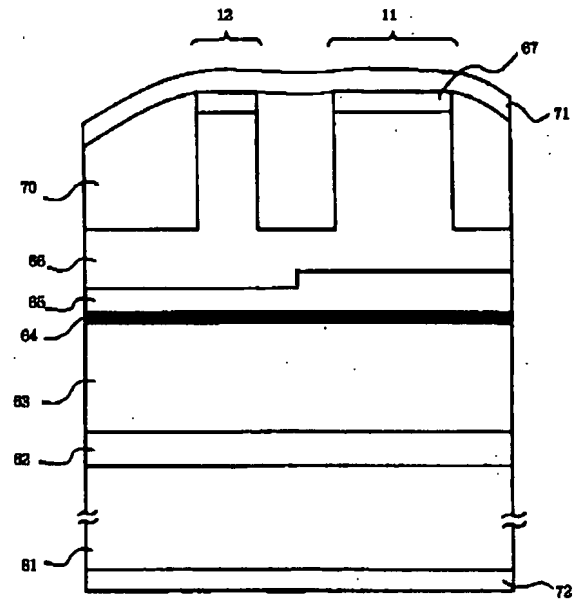




【図4】



【図6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

// H 0 1 S 3/18